

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 10 月 14 日 (14.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/088340 A1(51) 国際特許分類⁷: G01R 31/36

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003913

(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-97464 2003 年 3 月 31 日 (31.03.2003) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 矢崎
総業株式会社 (YAZAKI CORPORATION) [JP/JP]; 〒
108-0073 東京都 港区 三田 1 丁目 4 番 2 8 号 Tokyo
(JP).

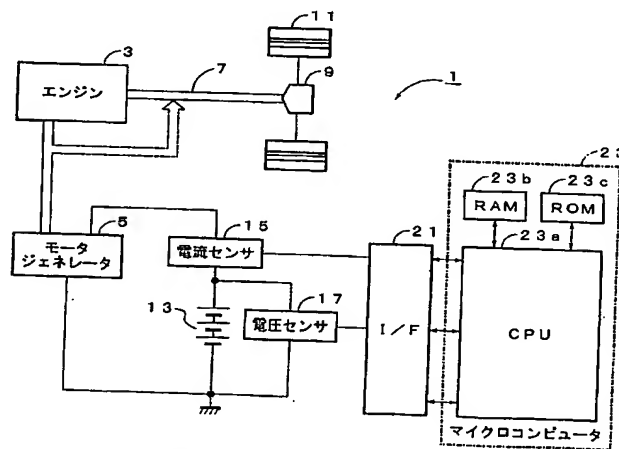
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒井 洋一
(ARAI, Youichi) [JP/JP]; 〒410-1194 静岡県 裾野市 御(74) 代理人: 瀧野 秀雄, 外 (TAKINO, Hideo et al.); 〒
150-0013 東京都 渋谷区 恵比寿 2 丁目 3 6 番 1 3 号
広尾 S K ビル 4 階 Tokyo (JP).(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

/ 続葉有)

(54) Title: BATTERY STATE MONITORING DEVICE AND ITS METHOD, AND DISCHARGEABLE CAPACITY DETECT-
ING METHOD

(54) 発明の名称: バッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能容量検出方法



3...ENGINE
5...MOTOR GENERATOR
15...CURRENT SENSOR
17...VOLTAGE SENSOR
23...MICROCOMPUTER

(57) Abstract: A microcomputer (23) monitors a battery (13) about its dischargeable capacity corresponding to the remainder of subtraction of the capacity not dischargeable because of the internal resistance of the battery (13) from the chargeable capacity by using the outputs of a current sensor (15) and a voltage sensor (17).

(57) 要約: マイクロコンピュータ23が、電流センサ15及び電圧センサ17の出力に基づいて、バッテリー13の充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を監視する。



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

バッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能容量検出方法

技術分野

この発明は、バッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能容量検出方法に係わり、特に、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、そのバッテリーの放電可能容量を検出する放電可能容量検出方法に関する。

背景技術

例えば、車両に搭載されるバッテリーを例にとると、特にモータを唯一の推進駆動源とする電気自動車においては、一般のエンジンを推進駆動源とする車両におけるガソリンに相当するものであることから、バッテリーがどの程度充電されているのかを認識しておくことは、車両の正常な走行を確保する上で非常に重要である。

このため従来では、バッテリーがどの程度充電されているかを認識するために、バッテリーの開回路電圧を検出したり、この開回路電圧から下記のSOC (State of Charge) を検出していた。

$$SOC (\%) = \{ (OCV_n - OCV_e) / (OCV_f - OCV_e) \} \times 100$$

但し、OCV_nは現在のバッテリーの開回路電圧、OCV_fは満充電状態の開回路電圧を示す。また、OCV_eは放電終止状態の開回路電圧であり、この開回路電圧以下ではバッテリーを使用することができない。

しかしながら、上述したSOCは、バッテリーに蓄えられた電気量（クーロン量）に相当するものであり、実際に利用する際、その電気量を全て利用することは

できない。その理由は、放電電流を流すとバッテリーの内部抵抗による電圧降下が発生するからである。内部抵抗としては、バッテリーの純抵抗、濃度分極、活性化分極などがある。そして、その降下量は、SOC（％）、放電電流の大きさ、放電時間、温度によって変化し、降下量が大きくなればなるほど放電できる電気量は小さくなる。

従来考えられているSOC（％）は、この電圧降下量が考慮されていないため、OCV_nがOCV_eと等しくなって、SOC＝0になる前に、放電時にバッテリーの端子電圧がOCV_e以下となり、放電することができなくなっていた。そこで、SOCの余裕を考慮せねばならず、しかも、そのSOCの余裕度も理論的なものではないため、SOCの監視だけでは、バッテリーの状態を正確に把握することができないという問題があった。

そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、この装置及び方法を実施する際を含めて、バッテリーの状態を正確に把握する上で役立つ放電可能容量検出方法を提供することを課題とする。

発明の開示

請求項1記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を監視することを特徴とする。

また、請求項2記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段を備え、前記検出した放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とする。

また、請求項3記載の発明は、バッテリー状態を監視するバッテリー状態監視装置

であって、前記バッテリーの充電容量を検出する充電容量検出手段と、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段とを備え、前記検出した充電容量及び放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とする。

また、請求項4の発明は、請求項2又は3記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーの放電に応じて、前記放電開始時の開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とする。

また、請求項5記載の発明は、請求項4記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、劣化により生じる前記バッテリーの充電状態—前記開回路電圧特性の変動分を考慮して、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とする。

また、請求項6記載の発明は、請求項5記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーが放電を行う毎に、当該放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の第1変化量、及び、当該放電による充電状態の減少に対する前記バッテリーの開回路電圧の第2変化量の両変化量の比と、前記減じた値に基づいて、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とする。

また、請求項7記載の発明は、請求項4～6何れか1項記載のバッテリー状態監視装置において、前記放電可能容量検出手段は、前記放電におけるピーク電流が流れたときの前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とする。

また、請求項8記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を、前記バッテリーから取り出せない容量として監視することを特徴とする。

また、請求項 9 記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とする。

また、請求項 10 記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量、及び、当該バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量の両容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とする。

また、請求項 11 記載の発明は、バッテリーの放電可能容量を検出する方法であって、前記バッテリーの充電容量に相当する開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とする。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の放電可能容量検出方法及びバッテリー状態監視方法を実施したバッテリー状態監視装置の一実施形態を示すブロック図である。第 2 図は、スターモータ駆動開始時の突入電流を伴う放電電流の一例を示すグラフである。第 3 図は、二次近似式で表した $I-V$ 特性の一例を示すグラフである。第 4 図は、増加方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。第 5 図は、減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。第 6 図は、増加方向を一次近似式で表した $I-V$ 特性の一例を示すグラフである。第 7 図は、減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の他の例を説明するためのグラフである。第 8 図は、減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の別の例を説明するためのグラフである。第 9 図は、平衡状態又は放電分極が発生している状態での放電中に飽和分極を求める方法を説明するためのグラフである。第 10 図は、充電分極が発生している状態での放電中に飽和

分極を求める方法を説明するためのグラフである。第 1 1 図は、放電分極又は充電分極が発生した状態での放電中に飽和分極を求める方法を説明するためのグラフである。第 1 2 図は、放電中におけるバッテリーの内部で発生する電圧降下の内容を説明するためのグラフである。第 1 3 図は、バッテリーの満充電電圧と放電終止電圧を説明するためのグラフである。第 1 4 図は、放電により、新品時バッテリーに対する任意時点のバッテリーの任意の充電状態の変化に伴う開回路電圧の変化の割合を求めて劣化を考慮した放電可能容量を算出する方法を説明するためのグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明によるバッテリー状態監視装置、放電可能容量検出方法及びバッテリー状態監視方法を図 1 を参照して説明する前に、図 2 ～図 1 4 を参照して、バッテリーの内部抵抗による電圧降下の算出方法について、説明する。

ところで、バッテリーが搭載され、バッテリーから電力供給されて動作する車両負荷として、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする定負荷が搭載されている。例えば、スタータモータ又はこれに類する大電流定負荷をオンしたとき、定負荷には、その駆動開始の初期の段階で突入電流が流れた後、負荷の大きさに応じた定常値の電流が流れるようになる。因みに、負荷がランプである場合には、突入電流に相当するものをラッシュ電流と呼ぶこともある。

スタータモータとして直流モータを使用している場合、界磁コイルに流れる突入電流は、図 2 に示すように、定負荷駆動開始直後の例えば 3 ミリ秒という短時間内に、ほぼ 0 から定常電流に比べて何倍も大きなピーク値、例えば 500 (A) まで単調増加した後、このピーク値から例えば 150 ミリ秒という短時間内に定負荷の大きさに応じた定常値まで単調減少するような流れ方をし、バッテリーから放電電流として供給される。したがって、定負荷に突入電流が流れる状況で、

バッテリーの放電電流とこれに対応する端子電圧を測定することによって、0からピーク値に至る広い範囲の電流変化に対する端子電圧の変化を示すバッテリーの放電電流（I）－端子電圧（V）特性を測定することができる。

そこで、スタータモータをオンしたときに流れる突入電流に相当する模擬的な放電として、0からほぼ200Aまで0.25秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から0まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせ、そのときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを対にして短い一定周期で測定し、これによって得た測定データ対を横軸に放電電流、縦軸に端子電圧をそれぞれ対応させてプロットして図3に示すグラフを得た。図3のグラフに示す放電電流の増加時と減少時の電流－電圧特性は、最小二乗法を用いて以下のような二次式に近似できる。

$$V = a_1 I^2 + b_1 I + c_1 \quad \dots\dots (1)$$

$$V = a_2 I^2 + b_2 I + c_2 \quad \dots\dots (2)$$

なお、図中には、二次の近似式の曲線も重ねて描かれている。

図3中において、電流増加方向の近似曲線の切片と電流減少方向の近似曲線の切片の電圧差（ $c_1 - c_2$ ）は、電流が流れていない0（A）の時の電圧差であるため、純抵抗と活性化分極による電圧降下を含まない、放電によって新たに発生した濃度分極成分のみによる電圧降下と考えられる。従って、この電圧差（ $c_1 - c_2$ ）は、濃度分極のみによるものであり、この電流0（A）点の濃度分極を V_{polc0} とする。また、任意の濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じて積算したもの、すなわちAh（短時間なので、以下Asecで表す）に比例すると考えられる。

次に、この電流0（A）点の濃度分極 V_{polc0} を利用して電流ピーク値の濃度分極を算出する方法を説明する。今、電流ピーク値の濃度分極を V_{polcp} とすると、 V_{polcp} は次式のように表される。

$$V_{polcp} = [(\text{電流増加時のAsec}) / (\text{放電全体のAsec})] \times V_{polc0}$$

..... (3)

なお、放電全体の A_{sec} は次式で表される。

放電全体の $A_{sec} = (\text{電流増加時の } A_{sec} + \text{電流減少時の } A_{sec})$

上述のようにして求めたピーク値における濃度分極 V_{polcp} を式 (1) の電流増加方向のピーク値における電圧に加算して、図 4 に示すように、ピーク値における濃度分極成分を削除する。なお、ピーク値における濃度分極成分を削除した後の電圧を V_1 とすると、 V_1 は次式で表される。

$$V_1 = a_1 I_p^2 + b_1 I_p + c_1 + V_{polcp}$$

I_p はピーク値における電流値である。

次に、増加方向時の図 4 で示すような純抵抗と活性化分極だけの電流－電圧特性の近似式を仮に次式で表す。

$$V = a_3 I^2 + b_3 I + c_3 \quad \text{..... (4)}$$

放電開始前である電流が 0 (A) の点は、活性化分極も濃度分極も c_1 を基準にして分極を考えているため、式 (1) より、 $c_3 = c_1$ である。また、電流増加の初期状態から電流は急激に増加するが、濃度分極の反応は遅く、反応がほとんど進行していないとすると、式 (1) および (4) の電流が 0 (A) の点の微分値は等しくなるので、 $b_3 = b_1$ である。従って、 $c_3 = c_1$ 、 $b_3 = b_1$ を代入することで、式 (4) は

$$V = a_3 I^2 + b_1 I + c_1 \quad \text{..... (5)}$$

と書き直され、未知数は a_3 のみとなる。

次に、式 (5) に電流増加のピーク値の座標 (I_p 、 V_1) を代入して a_3 について整理すると、次式が求められる。

$$a_3 = (V_1 - b_1 I_p - c_1) / I_p^2$$

従って、純抵抗と活性化分極成分だけの電流－電圧特性の近似式 (4) が式 (5) によって決定される。

一般に、純抵抗は化学反応にて生じるものでないので、バッテリーの充電状態 (

SOC)、温度などが変わらなければ一定であるので、1回のスタータモータ作動の間は一定であるといえる。これに対し、活性化分極抵抗は、イオン、電子の受渡しの際の化学反応に伴って生じる抵抗であるので、濃度分極と相互に影響し合うこともあって、活性化分極の電流増加曲線と電流減少曲線は完全に一致しないことから、式(5)は濃度分極成分を除いた純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線であるといえることができる。

続いて、電流減少曲線からの濃度分極成分の削除の仕方を、以下説明する。純抵抗と活性化分極の電流減少方向の関係式は、電流ピーク値における濃度分極の削除と同様の方法で可能である。ピーク値以外の2点をA点およびB点とし、各点における濃度分極 V_{polcA} 、 V_{polcB} を次式のようにして求める。

$$V_{polcA} = [(\text{電流増加時開始からA点までの} A_{sec}) / (\text{放電全体の} A_{sec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (6)$$

$$V_{polcB} = [(\text{電流増加時開始からB点までの} A_{sec}) / (\text{放電全体の} A_{sec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (7)$$

上式(6)および(7)によって、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点が求まったら、この2点とピーク値との3点の座標を利用して次式で表される、図5に示すような、純抵抗と活性化分極の電流減少方向曲線が求められる。

$$V = a_4 I^2 + b_4 I + c_4 \quad \dots\dots (8)$$

なお、式(8)の係数 a_4 、 b_4 、 c_4 は、2点A及びBとピーク点の電流値と電圧値とを、式(8)にそれぞれ代入して立てた3点の連立方程式を解くことによって決定できる。

次に、バッテリーの純抵抗の算出の仕方を説明する。上式(5)で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線と、式(8)で表される同じく濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の曲線との相違は、活性化分極成分の相違によるものであるので、活性化分極成分を除けば純抵抗が求められる。

ところで、活性化分極が互いに等しい値となる両曲線のピーク値に着目し、ピーク値での電流増加の微分値 R_1 と電流減少の微分値 R_2 とを次式によって求める。

$$R_1 = 2 \times a_3 \times I_p + b_3 \quad \dots\dots (10)$$

$$R_2 = 2 \times a_4 \times I_p + b_4 \quad \dots\dots (11)$$

上式によって求められる微分値 R_1 および R_2 の差は、一方が活性化分極の増加方向でのピーク値であるのに対し、他方が減少方向でのピーク値であることに起因する。そして、突入電流に相当する模擬的な放電として、0 から 200 A まで 0.25 秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から 0 まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合には、ピーク値近傍での両者の変化率が等しく、両者の中間に純抵抗による電流－電圧特性が存在すると理解できるので、両微分値を加算して 2 で割ることによって、純抵抗 R を次式によって求めることができる（この例では、両微分値を時間比率で案分した値と 2 で割った値は等しい）。

$$R = (R_1 + R_2) / 2$$

以上は、突入電流に相当する模擬的な放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合について説明したが、実車両の場合には、上述したようにスタータモータとして直流モータを使用しているとき、界磁コイルに突入電流が流れている間に電流はピークに達し、クランキングはピークに達した後ピーク電流の半分以下に低下した電流で作動している。

従って、電流増加方向は 3 ミリ秒 (m s e c) という短時間で終了してしまい、電流増加ピーク値ではほとんど濃度分極が発生しない早い電流の変化であるが、電流減少方向は電流増加方向に比べて 150 m s e c という長い時間電流が流れるので、減少方向とはいえ、大きな濃度分極が発生する。ただし、クランキング期間については、突入電流の流れている期間とは異質の現象が生じているので、この期間のバッテリーの放電電流と端子電圧については、電流減少方向の電流－

電圧特性を決定するためのデータとしては使用しないようにする。

このような状況で、実車両では、図 6 に示すように、電流増加方向は電流増加開始点とピーク値の 2 点間を結ぶ直線にて近似することができ、しかもこのピーク値 500 (A) での濃度分極の発生は 0 (A) と近似することも可能である。この場合には、電流増加方向については、ピーク値の微分値としては、電流増加方向の近似直線の傾きを使用することになる。

ただし、このような場合には、電流増加方向の近似直線の傾きと、電流減少方向の二次の近似式のピーク点における接線の傾きとを単純に加算平均することはできない。何故ならば、このような状況では、ピーク点までとそれ以降で、活性化分極の発生度合いが全く異なり、ピーク値近傍での両者の変化率が等しくなるという前提が成立しなくなるからである。

このような場合には、純抵抗を求めるに当たって、濃度分極による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値、すなわち、傾きに、突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算すればよい。すなわち、総時間を単調増加及び単調減少にそれぞれ要した時間で比例按分した按分率を各傾きに乘じた上で加算することになる。このようにすることによって、活性化分極と濃度分極とが相互に影響し合うことを考慮して純抵抗を求めることができる。

すなわち、活性化分極は原則電流値に応じた大きさのものが生じるが、その時々濃度分極量に左右され、原則通りには生じることにならず、濃度分極が小さければ活性化分極も小さくなり、大きければ大きくなる。何れにしても、濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

また、最近の車両では、モータとしては、マグネットモータなどの DC ブラッ

シレスなどの三相入力を必要とする交流モータが使用されることが増えてきている。このようなモータの場合、突入電流はそれ程早く短時間にピーク値に達することがなく、100 msecほどの時間を要し、電流増加方向においても濃度分極の発生が起こるので、上述した模擬的な放電の場合と同様に、電流増加方向の電流変化曲線は曲線近似することが必要になる。

また、純抵抗と活性化分極の電流減少方向の近似をする場合、ピーク値とこれ以外の2点を定める際、図7に示すように、B点として電流0 (A) の点を使用すると、近似式を求める際の計算を簡略化することができる。

さらに、例えば、ピーク電流の1/2程度の電流値に対応する点に濃度分極の削除した点を定めた場合、図8に示すように、この点とピーク値の2点を結ぶ直線に一次近似してもよい。この場合、電流減少方向については、ピーク値の微分値としては、電流減少方向の近似直線の傾きを使用することになるが、二次曲線を使用したものと変わらない、精度のよい純抵抗が求められる。

以上要するに、濃度分極成分による電圧降下を除いた2つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

そこで、車載バッテリー純抵抗測定方法を、定負荷として、増加する放電電流及び減少する放電電流のいずれにおいても濃度分極の発生を伴う突入電流が流れる例えばスタータモータが使用されている場合について具体的に説明する。

定負荷が動作されると、バッテリーからは定常値を越えて単調増加しピーク値から定常値に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを、例えば100マイクロ秒 (μ sec) の周期にてサンプリングすることで周期的に測定し、バッテリーの放電電流と端子電圧との組が多数得られる。

このようにして得られたバッテリーの放電電流と端子電圧との組の最新のものを、所定時間分、例えばRAMなどの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した放電電流と端子電圧との組

を用いて、最小二乗法により、端子電圧と放電電流との相関を示す増加する放電電流及び減少する放電電流に対する電流－電圧特性について式（１）及び（２）に示すような２つの曲線近似式を求める。次に、この２つの近似式から濃度分極成分による電圧降下を削除し、濃度分極成分を含まない修正した曲線近似式を求める。

このために、まず、式（１）及び（２）の近似式の電流が流れていない０（Ａ）の時の電圧差を、純抵抗と活性化分極による電圧降下はなく、濃度分極によるものであるとして求める。また、この電圧差を利用して、増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式（１）上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下を求める。このために、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。

増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下が求まったら次に、濃度分極成分の含まない近似式と含む近似式のいずれも定数及び一次係数が等しいとして、含まない近似式の二次係数を定め、増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式について修正した曲線近似式（５）を求める。

次に、減少する放電電流に対する電流－電圧特性について近似式（２）から濃度分極成分の含まない近似式を求める。このために、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した２点を求める。この際に、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。そして、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した２点が求まったら、この２点とピーク値との３点の座標を利用して、減少する放電電流についての電流－電圧特性の近似式（２）について修正した曲線近似式（８）を求める。

上式（５）で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の修正曲線近似式と、式（８）で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の修正曲線近似式は、活性化分極成分の相違によるも

のであるので、活性化分極成分を除けば純抵抗が求められる。このために、両近似式のピーク値に着目し、ピーク値での電流増加の微分値と電流減少の微分値との差は、一方が活性化分極の増加方向であるのに対し、他方が減少方向であることに基因するものであるが、ピーク値近傍での両者の変化率の中間に純抵抗による電流－電圧特性が存在するとし、両微分値に突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び前記単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算することによって、純抵抗を求める。

例えば、電流増加時間が 3 m s e c、電流減少時間が 1 0 0 m s e c とし、ピーク値での電流増加の微分値を R_{polk1} 、と電流減少の微分値を R_{polk2} とすると、以下のようなようにして純抵抗 R_n を算出することができる。

$$R_n = R_{polk1} \times 100 / 103 + R_{polk2} \times 3 / 103$$

この純抵抗 R_n は、スタータモータの駆動時等、突入電流が発生する高効率放電が行われる毎に、算出され、更新される。

また、バッテリーの平衡状態における車両用バッテリーの開回路電圧は、それ以前の充放電によってバッテリー内に発生している分極の影響が完全に解消し、分極によるバッテリー端子電圧の低下或いは上昇が無くなっている平衡状態にあるときのバッテリー端子電圧を実測するか、又は、充放電停止直後のバッテリー端子電圧の変化を短時間観測した結果によって推定されるものが利用される。

次に、バッテリーの飽和分極検出方法と、本発明の放電可能容量検出方法とについて説明する。

まず、バッテリーが実際に負荷に放出できるエネルギーは、バッテリーの開回路電圧の値に相当する充電容量（電流時間積）から、放電中にバッテリーの内部で発生する電圧降下分に相当する容量、すなわち、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた容量ということになる。

そして、放電中におけるバッテリーの内部で発生する電圧降下は、図 9 に示すように、バッテリーの純抵抗の成分による電圧降下分（図中 $I R$ 降下と表記）と、純

抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分、即ち、分極による電圧降下分（図中飽和分極と表記）とに分けて考えることができる。

上述した I R 降下は、バッテリーの状態が同じであれば変化しない。一方、分極による電圧降下は、放電電流や、放電時間に比例して、大きくなるが、飽和分極を超えて大きくなることはない。従って、この飽和分極を迎える点を監視すれば、最も内部抵抗による電圧降下が大きくなる点を監視することができる。

まず、平衡状態、又は、放電開始時の端子電圧が放電開始時の開回路電圧 O C V 0 より低い放電分極が残っている状態のバッテリーが放電したときは、図 9 中の太線の曲線で示す部分のように、放電開始からの所定期間（分極の挙動が現れる程度であり、かつ、1 秒以内程度）の放電の際に周期的に測定されたバッテリーの放電電流と端子電圧から、式 (12) に示す放電電流 I に対する端子電圧 V の近似式を求める。

一方、放電開始時の端子電圧が放電開始時の開回路電圧 O C V 0 より高い充電分極が残っている状態のバッテリーが放電したときは、図 10 中の太線の曲線で示すように、放電開始から所定時間経過して充電分極がほぼ解消されている所定期間の放電の際に周期的に測定されたバッテリーの放電電流と端子電圧から、式 (12) に示す放電電流 I に対する端子電圧 V の近似式を求める。これは、充電分極が残っている期間に検出したバッテリーの放電電流及び端子電流から求めた近似式は、平衡状態から放電した結果、実際に得られる放電電流 (I) - 端子電圧 (V) 特性との相関性があまりないからである。

$$V = a I^2 + b I + c \quad \cdots (12)$$

上記バッテリーの端子電圧 V は、バッテリーの純抵抗 R_n の成分による電圧降下分と純抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分 V_R (= 分極による電圧降下) との合計によって、下記に示すようにも表される。

$$V = c - (R_n \times I + V_R) \quad \cdots (13)$$

式 (12) 及び (13) から下記の式を求めることができる。

$$a I^2 + b I = - (R_n \times I + V_R) \quad \cdots (14)$$

上記式(14)を微分して、バッテリーの純抵抗成分以外の内部抵抗成分による電圧降下の変化率 $d V_R / d I$ を求める。

$$d V_R / d I = - 2 a I - b - R_n \quad \cdots (15)$$

上記変化率 $d V_R / d I$ がゼロとなったときの放電電流が、バッテリーの純抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分が最大値（飽和値）を迎えたときの、端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} ($= - (R_n + b) / 2 a$) に相当する。

そして、平衡状態からの放電であるとき、求めた端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} を、バッテリーの純抵抗 R_n の値と共に、上述した式 (14) の放電電流 I として代入して、求められる分極による電圧降下分 V_R ($= - a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$) を、飽和分極 $V_{R pol}$ とする。

一方、充電分極又は放電分極が残っている状態からの放電であるときは、求めた端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} を、バッテリーの純抵抗 R_n の値と共に、上述した式 (14) の放電電流 I として代入して、求められる分極による電圧降下分 V_R に、式(12)により求めた放電電流ゼロのときの端子電圧 c 、及び、推測により求めた放電開始時の開回路電圧 OCV_0 との差分を加算した値 ($= - a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol} + (OCV_0 - c)$) を飽和分極 $V_{R pol}$ とする。

上述した ($OCV_0 - c$) を加算する理由について以下説明する。充電分極又は放電分極が残っている状態から上述した所定期間における実測した放電電流及び端子電圧に基づき、求めた式 (12) の近似式から放電電流ゼロのときの端子電圧 c を求めると、図 11 に示すようになる。同図に示すように、求めた近似式の電圧降下量の飽和値と、平衡状態から放電した結果、実際に得られる電流 (I) - 電圧 (V) 特性における電圧降下量の飽和値は等しい。

なお、充電分極が残っているときの放電であっても、放電から所定時間経過後を所定期間とすれば、求めた近似式が示す放電電流ゼロのときの端子電圧 c は、放電開始時の開回路電圧 OCV_0 より低い値となる。

このとき、式(14)に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$)は、図11に示すように、端子電圧 c を基準にした電圧降下から、純抵抗による降下分 $R_n \times I_{pol}$ を減じた値である。従って、開回路電圧 OCV_0 からバッテリーの電圧降下から、純抵抗による降下分 $R_n \times I_{pol}$ を減じた値である飽和分極 V_{R_pol} を求めるためには、上記電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$)に($OCV_0 - c$)を加算する必要がある。なお、この飽和分極 V_{R_pol} は、バッテリーが放電を行う毎に、算出され、更新される。

このようにして、飽和分極 V_{R_pol} を求めたならば、その飽和分極 V_{R_pol} を用いて、例えば、バッテリーが放電可能容量を検出し直す必要のある程度の放電が行われる毎に、以下に説明するような放電可能容量の検出が行われることになる。

まず、放電が行われると、その放電の際に、上記のようにして飽和分極 V_{R_pol} を求め、次式を解く。

$$V_{ADC} = OCV_0 - R_n \times I_p - V_{R_pol} \quad \dots(16)$$

但し、上式において V_{ADC} は現在の放電可能容量の指標となる電圧値、 I_p はこの放電のピーク電流値である。

即ち、上式を解くということは、図12に示すように、放電の開始時におけるバッテリーの開回路電圧 OCV_0 から、バッテリーの純抵抗 R_n の値に対応する電圧降下分と、飽和分極 V_{R_pol} を減じて、バッテリーの現在の放電可能容量 ADC に対応する電圧値 V_{ADC} を求めていることになる。

そして、上記のようにして求めた現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から、以下に示す電圧方式の換算式によって放電可能容量 ADC を求める。

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - V_e) / (V_f - V_e) \} \times 100 (\%)$$

$$\text{但し、} SOC = \{ (OCV_n - V_e) / (V_f - V_e) \} \times 100 (\%)$$

また、上式において V_f は満充電電圧、 V_e は放電終止電圧である。

ここで、図 13 に示すように、バッテリーに満充電電圧 V_f は、新品時のバッテリーの満充電時（SOC : State of Charge = 100%）における開回路電圧 OCV_f から、新品時のバッテリーの満充電時（SOC = 100%）における純抵抗 R_{nf0} の値に相当する電圧降下分を減じた、

$$V_f = OCV_f - R_{nf0} \times I_p$$

なる式から求めることができる。

また、バッテリーの放電最終電圧 V_e は、新品時のバッテリーの放電最終時（SOC = 0%）における開回路電圧 OCV_e から、新品時のバッテリーの放電終止時（SOC = 0%）における純抵抗 R_{ne0} ($> R_{nf0}$) の値に対応する電圧降下分を減じた、

$$V_e = OCV_e - R_{ne0} \times I_p$$

なる式から求めることができる。

また、上記のようにして求めた現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から、以下に示す電圧方式の換算式によって放電可能容量 ADC を求めてもよい。

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - OCV_e) / (OCV_0 - R_{ne0} \times I_p - OCV_e) \} \times 100\%$$

放電開始時におけるバッテリーの開回路電圧 OCV_n から減じた、バッテリーの純抵抗 R_n に対応する電圧降下分には、バッテリーの固体間の特性差が反映され、また、バッテリーの現在の飽和分極 V_{R_pol} には、放電電流を流し続けたことによる放電可能容量 ADC の減少度の相違や温度変化による内部抵抗変化に起因する放電可能容量 ADC の減少度の相違が反映される。

よって、上記のようにして求めた、放電を行った際に求められる放電可能容量 ADC は、バッテリーの固体間の特性差による影響と、放電電流を流し続けたことによる放電可能容量 ADC の減少度の相違や温度変化による内部抵抗変化に起因する放電可能容量 ADC の減少度の相違による影響が、誤差として存在しない、

正確な放電可能容量ADCということになる。

上述したように、その放電中のピーク電流における内部抵抗による電圧降下分、つまり、その放電において、分極以外の内部抵抗成分である純抵抗による電圧降下が最も大きくなる時点の内部抵抗による電圧降下を把握することができる。

ところで、図14に示すように、放電前に任意の開回路電圧OCV₀にあるバッテリーから放電が行われたとき、新品時バッテリーでは、開回路電圧は放電が進むにつれて直線Nに沿って低下し、放電が停止して任意の電気量が放電された時点で、開回路電圧OCV_nまで低下する。これに対して、劣化バッテリーでは、直線Mに沿って、低下し、同じ任意の電気量が放電された時点で、開回路電圧OCV_mまで低下する。

一般に、放電が繰り返されても、電流時間積によって充電状態SOCが推定出来る。これは、次式によって放電時の電流時間積を積算することによって計算することができる。

放電直前のSOC₀ - Σ (放電電流 × 時間)

上式により、バッテリーが放電中であっても、常にバッテリーのSOCが推定できる。

上述したように、充放電中に常時その推定SOC_nを求め、放電が停止したときには、停止時の最終のSOC_nを推定し、この値を推定OCV_nに変換しておく。このSOC_n及びOCV_nの換算は、新品時バッテリーについて予め定められた満充電時開回路電圧と放電終止電圧との間で蓄積可能な総電気量である初期電気量に基づいて行われる。

そして、放電前の開回路電圧OCV₀と上述した推定OCV_nとの差である変化量ΔOCV_n (=OCV₀ - 推定OCV_n) は、バッテリーが放電を行った際に、その放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の計算上の変化量となる。

一方、放電前の開回路電圧OCV₀と放電後に実測又は推定して求めたOCV

mとの差である変化量 $\Delta OCV_m (=OCV_0 - OCV_m)$ は、その放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する現バッテリーの開回路電圧の変化量となる。

よって、平衡状態にあってもなくても、上記した現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める電圧方式の換算式の右辺に、この変化量 ΔOCV_n と変化量 ΔOCV_m との比 $\Delta OCV_n / \Delta OCV_m$ を乗じて、現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める換算式を、

$$ADC = \{ (V_{ADC} - V_e) / (V_f - V_e) \} \times (\Delta OCV_n / \Delta OCV_m) \times 100 (\%)$$

又は

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - OCV_e) / (OCV_n - R_{ne0} \times I_p - OCV_e) \} \times (\Delta OCV_n / \Delta OCV_m) \times 100 \%$$

とすれば、バッテリーの活物質に不活性化が生じていても、それによる充電状態の変化に対する開回路電圧 OCV_n の変化の度合いの変化分が考慮された、より正確な放電可能容量が求まることになる。

尚、上記した、バッテリーの活物質の量と H_2O との比の変化に対応するための、現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める換算式の変更は、省略してもよい。

また、上述した説明では、充電分極又は放電分極が残っている状態からの放電の際に、飽和分極を求めとき、式(14)に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 $V_R (= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol})$ に、 $(OCV_0 - c)$ を加算した値を飽和分極としていた。しかしながら、例えば、分極が残っていても、平衡状態であってもなくても全て、式(14)に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 $V_R (= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol})$ を飽和分極として求め、電圧 V_{ADC} を算出する時点で開回路電圧 OCV_0 から $OCV_0 - c$ を減算するようにしてもよい。

以上に説明した本発明の車両用バッテリーの放電可能容量算出方法や、バッテリー状態監視方法は、図 1 に示す構成によって実施することができる。

図 1 は本発明の放電可能容量算出方法及びバッテリー状態監視方法を実施したバッテリー状態監視装置の一実施形態を示すブロック図である。図 1 中引用符号 1 で示す本実施形態のバッテリー状態監視装置は、エンジン 3 に加えてモータジェネレータ 5 を有するハイブリッド車両に搭載されている。

そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン 3 の出力のみをドライブシャフト 7 からディファレンシャルケース 9 を介して車輪 11 に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー 13 からの電力によりモータジェネレータ 5 をモータとして機能させて、エンジン 3 の出力に加えてモータジェネレータ 5 の出力をドライブシャフト 7 から車輪 11 に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ 5 をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換して、各種の負荷に対して電力を供給するためにハイブリッド車両に搭載されたバッテリー 13 を充電させるように構成されている。

尚、モータジェネレータ 5 はさらに、不図示のスタータスイッチのオンに伴うエンジン 3 の始動時に、エンジン 3 のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられる。

また、バッテリー状態監視装置 1 は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ 5 等に対するバッテリー 13 の放電電流 I や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー 13 の端子電圧 V を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

尚、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 は、イグニッションスイッチのオン状態によって閉回路状態となる回路上に配置されている。

また、本実施形態のバッテリー状態監視装置 1 は、上述した電流センサ 1 5 や電圧センサ 1 7 の出力がインタフェース回路（以下、「I/F」と略記する。） 2 1 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。） 2 3 をさらに備えている。

そして、前記マイコン 2 3 は、CPU 2 3 a、RAM 2 3 b、及び、ROM 2 3 c を有しており、このうち、CPU 2 3 a には、RAM 2 3 b 及び ROM 2 3 c の他、前記 I/F 2 1 が接続されており、また、上述した不図示のイグニッションスイッチのオンオフ状態を示す信号が入力される。

前記 RAM 2 3 b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 2 3 c には、CPU 2 3 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

従って、上記した放電時の各種の検出を、電流センサ 1 5 や電圧センサ 1 7 の出力に基づいてマイクロコンピュータ 2 3 が行うことで、バッテリー 1 3 の SOC や ADC が検出されることになる。このことから、マイクロコンピュータ 2 3 が充電容量検出手段及び放電可能容量検出手段として働くことがわかる。

また、以上述べたように、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができる。

このように、SOC と ADC とを区別して監視することにより、バッテリー 1 3 が利用される機器の様々な利用方法に対して、対応可能な装置となる。

例えば、車両では、暗電流を必要とする機器（ECU など）のバッテリーバックアップには、SOC を指標とし、スタータモータを始動し、エンジン始動に利用するには、ADC を利用するなどが考えられる。

その他、SOC は、充電可能な容量の検知、劣化度の推定などにも利用方法がある。ADC は、エンジンの再始動（アイドリングストップ）、By-Wire（ステ

アリング、スロットル、ブレーキなど)、走行アシストなどへの利用が考えられる。

なお、上述した実施形態では、放電時に生じる分極による端子電圧の降下分が飽和したときの内部抵抗による電圧降下分を減じて放電可能容量を求めているが、本発明はその場合に限らず、分極による端子電圧の降下分が飽和する前の内部抵抗による電圧降下分を減じて放電可能容量を求めるようにしてもよい。

産業上の利用可能性

以上のように、請求項1記載の発明によれば、内部抵抗により放電時にバッテリーから取り出せない容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項2記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項3記載の発明によれば、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項4記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量を簡単に検出することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項5記載の発明によれば、バッテリーの開回路電圧及び内部抵抗による電圧降下分といったバッテリーの端子電圧に基づいて放電可能容量を求める際に、劣化が生じてバッテリーの充電状態－開回路電圧特性の変化分を考慮することができるので、バッテリーの活物質に不活性化が生じていても、それを考慮した、よ

り正確な放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項 6 記載の発明によれば、第 1 変化量が、放電によって減少した充電状態に相当する、新品バッテリーの開回路電圧の計算上の変化量となる。一方、第 2 変化量は、放電によって減少した充電状態に相当する、バッテリーの開回路電圧の推定又は実測した変化量となる。そして、バッテリーの電解液内で電荷の移動を司る活物質の量と水 (H_2O) の比が新品時に比べて変化し、充電状態の変化に対する開回路電圧の変化の度合いが大きくなっていると、第 1 変化量と第 2 変化量との比に変化が生じる。よって、第 1 変化量と第 2 変化量との比と、上記減じた値とに基づいて、放電可能容量を求めることにより、バッテリーの活物質に不活性化を考慮した、放電可能容量が求まることになるので、バッテリーの活物質に不活性化が生じていても、それを考慮した、より正確な放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項 7 記載の発明によれば、ピーク電流における内部抵抗による電圧降下分、つまり、放電中に発生する電圧降下のうち、最も高いものを減じて放電可能容量を求めることにより、放電中に最も低くなる放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるので、より一層、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

また、請求項 8 記載の発明によれば、内部抵抗により放電時にバッテリーから取り出せない容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視方法を得ることができる。

また、請求項 9 記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視方法を得ることができる。

また、請求項 10 記載の発明によれば、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視方法を得ることができる。

また、請求項 11 記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量を簡単に検出することができる放電可能容量検出方法を得ることができる。

請求の範囲

1. バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。
2. バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段を備え、前記検出した放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。
3. バッテリー状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量を検出する充電容量検出手段と、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段とを備え、前記検出した充電容量及び放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。
4. 請求項 2 又は 3 記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーの放電に応じて、前記放電開始時の開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置。
5. 請求項 4 記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、劣化により生じる前記バッテリーの充電状態—前記開回路電圧特性の変動分を考慮して、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置。
6. 請求項 5 記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーが放電を行う毎に、当該放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の第 1 変化量、及び、当該放電による充電状

態の減少に対する前記バッテリーの開回路電圧の第2変化量の両変化量の比と、前記減じた値に基づいて、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置。

7. 請求項4～6何れか1項記載のバッテリー状態監視装置において、前記放電可能容量検出手段は、前記放電におけるピーク電流が流れたときの前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置。

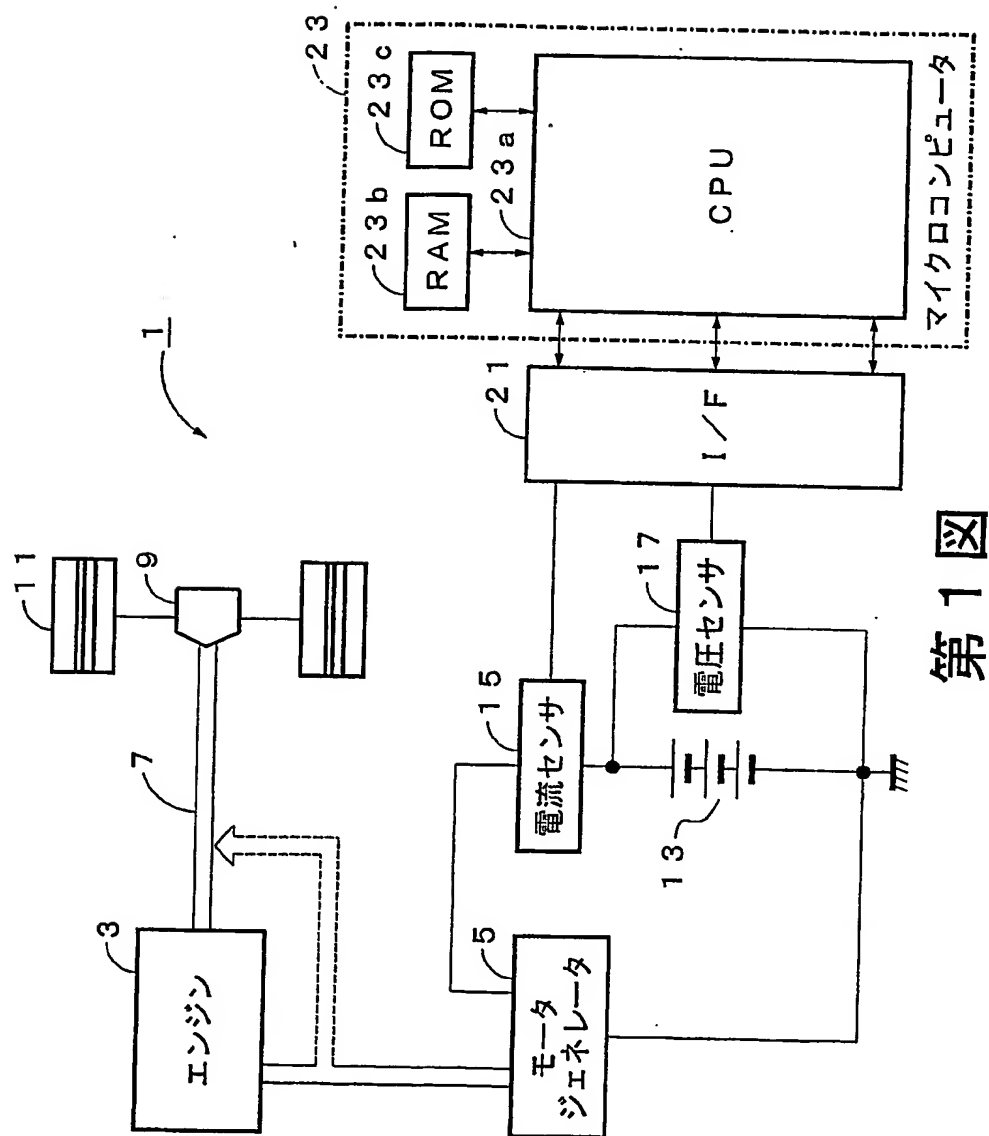
8. バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を、前記バッテリーから取り出せない容量として監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法。

9. バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法。

10. バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量、及び、当該バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量の両容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法。

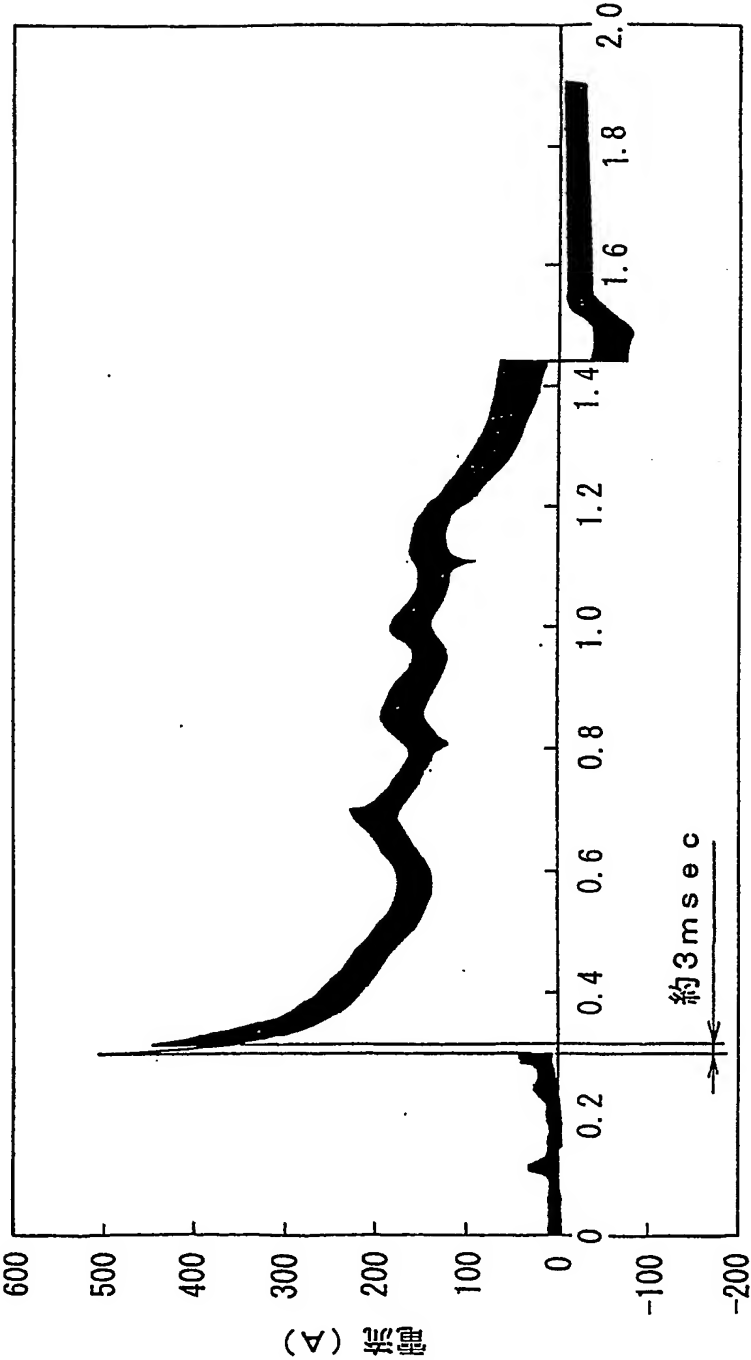
11. バッテリーの放電可能容量を検出する方法であって、前記バッテリーの充電容量に相当する開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とする放電可能容量検出方法。

1/12

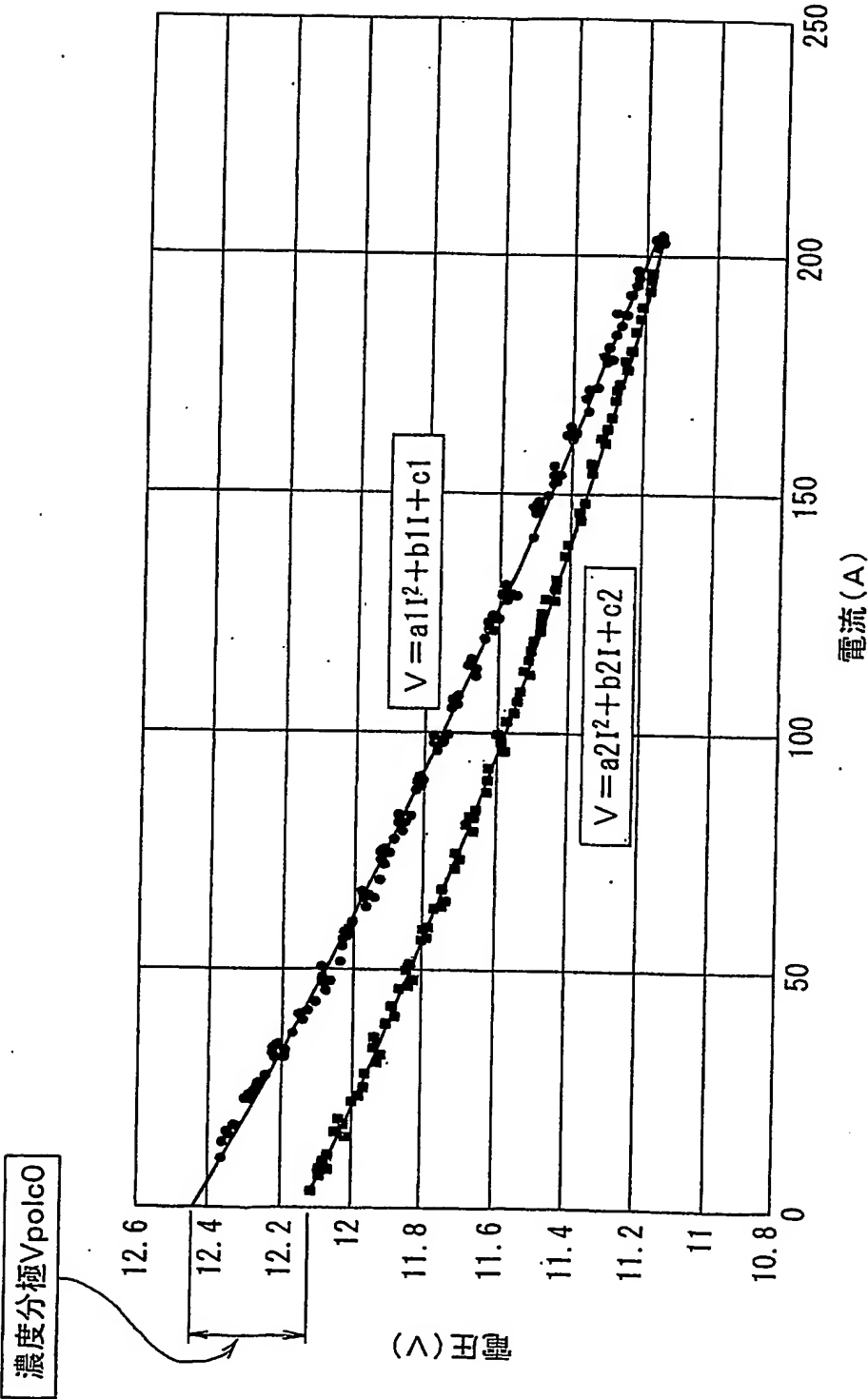


第1図

2/12

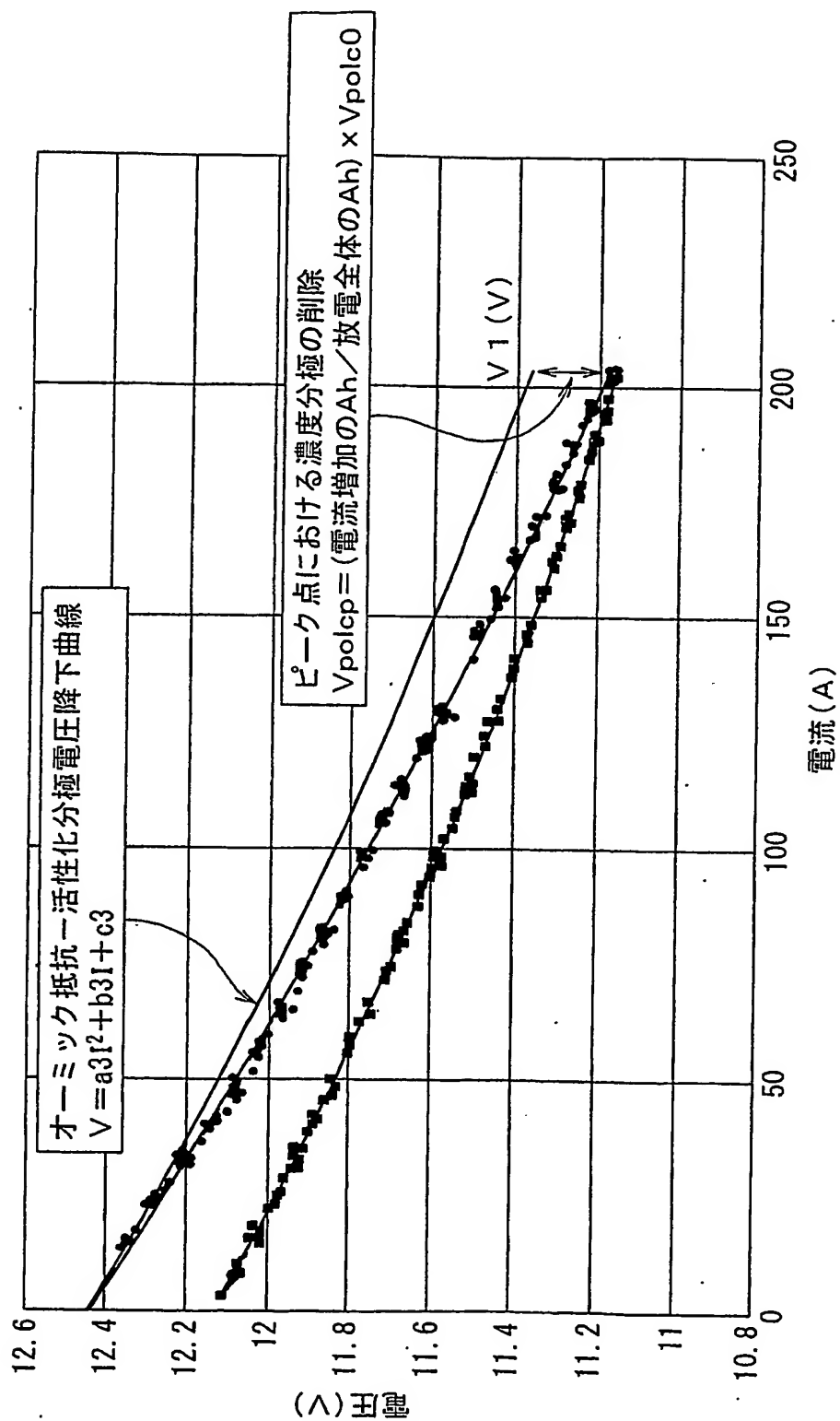


時間 (秒)
第2図

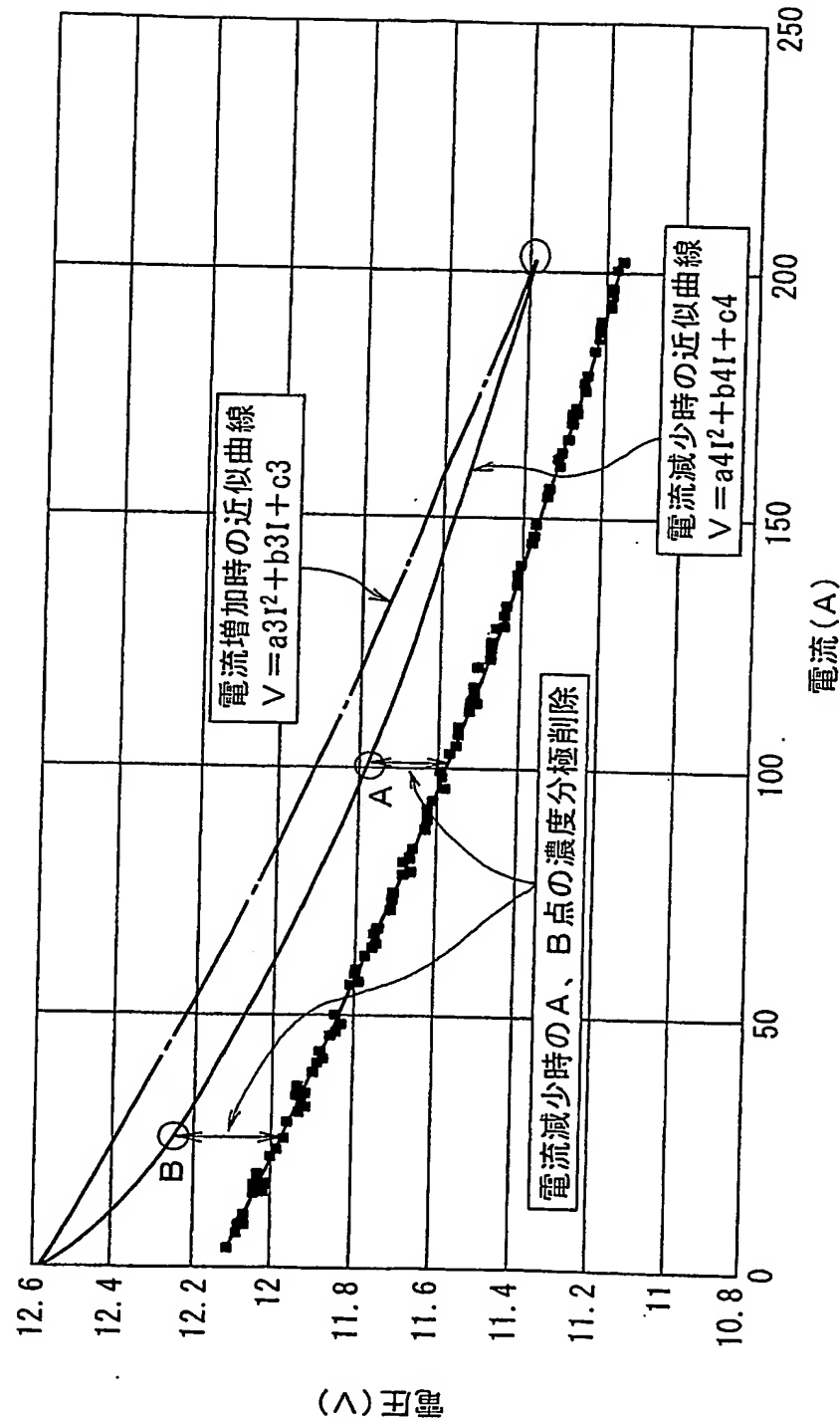


第3図

4/12

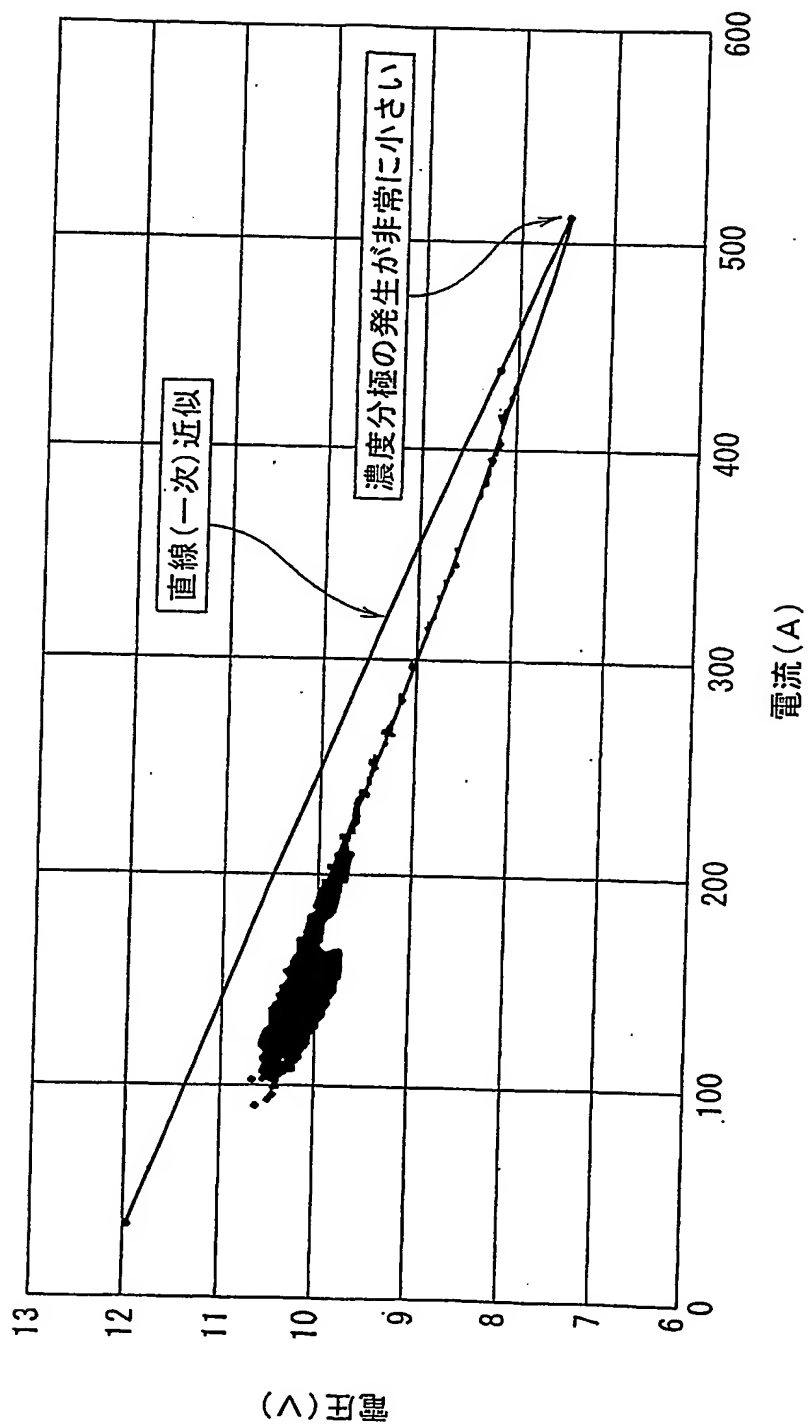


第4図

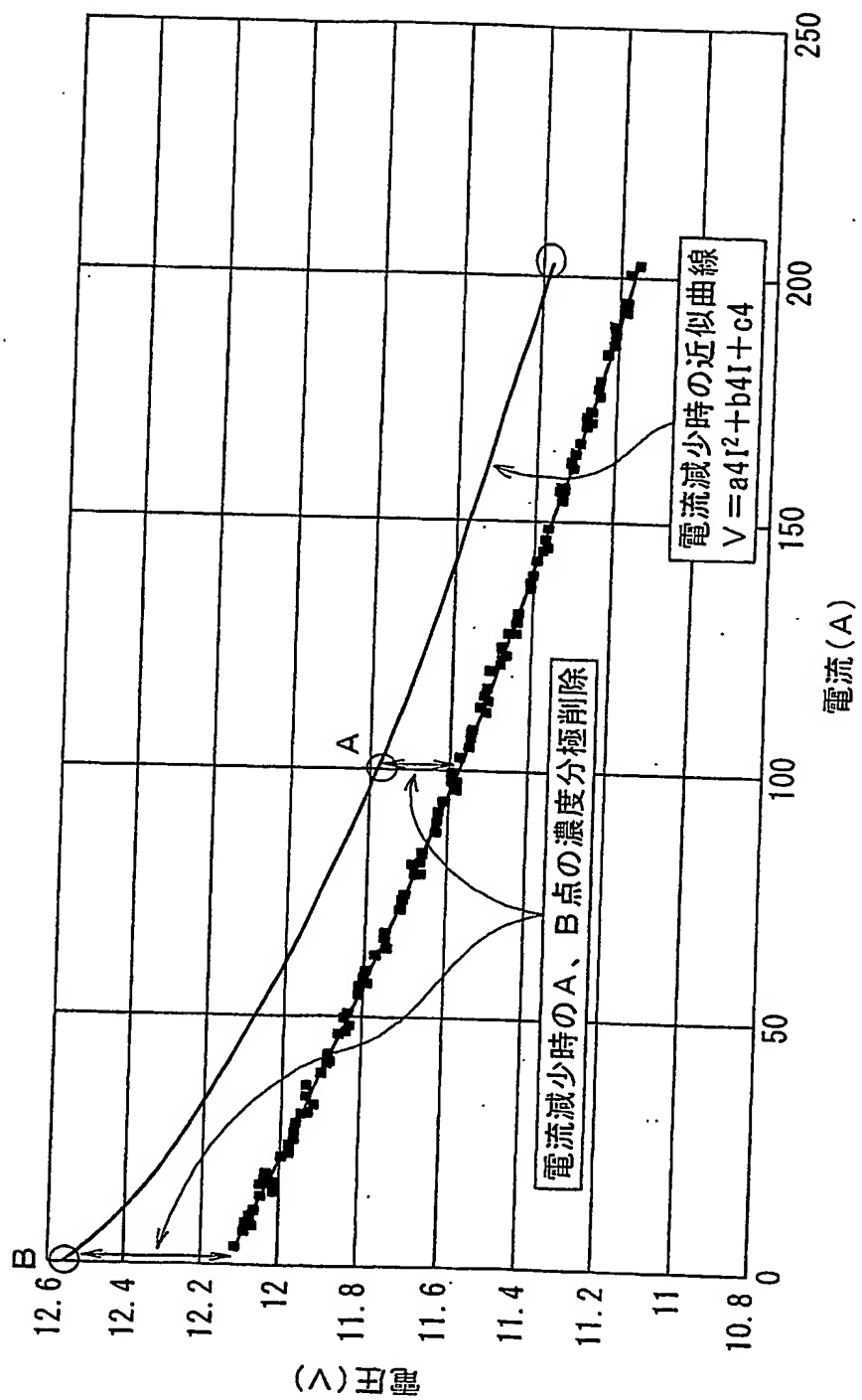


第5図

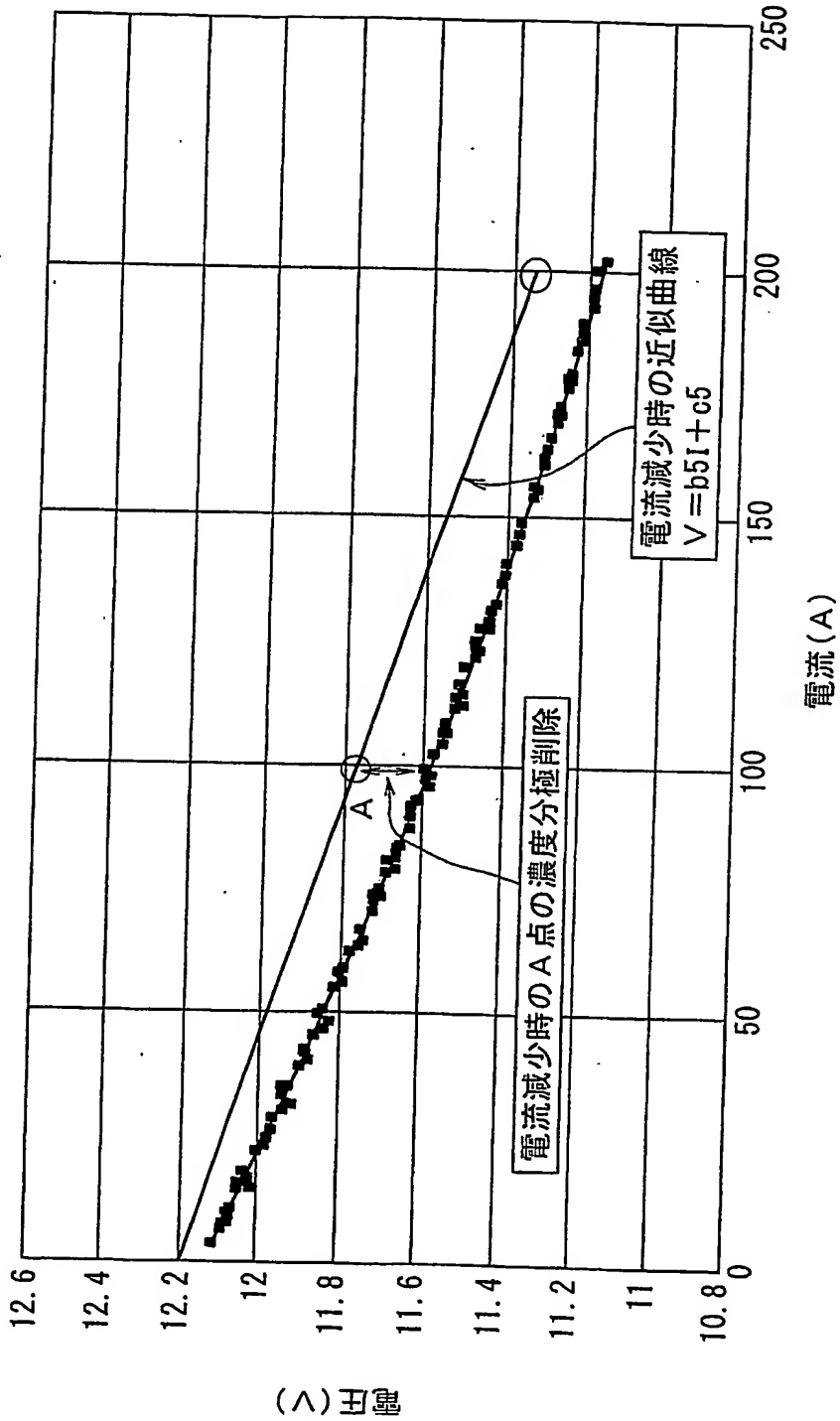
6/12

第6図
電流 (A)

7/12

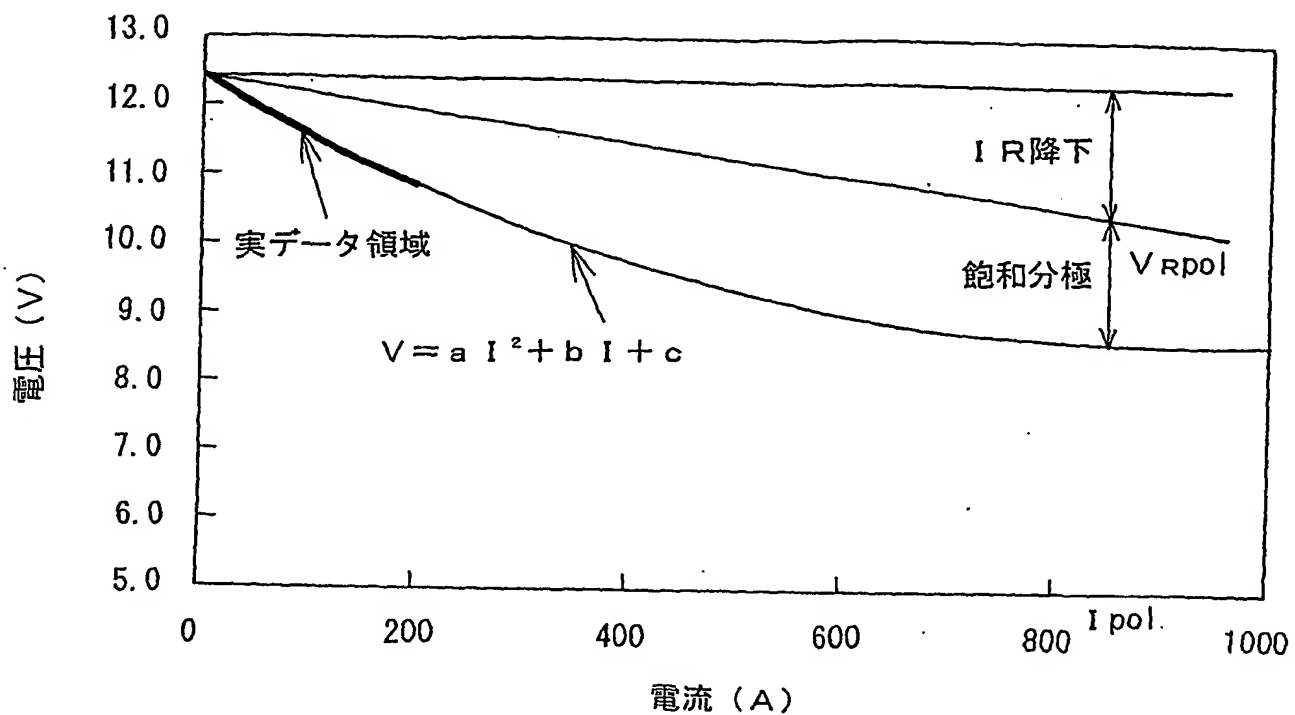


第7図

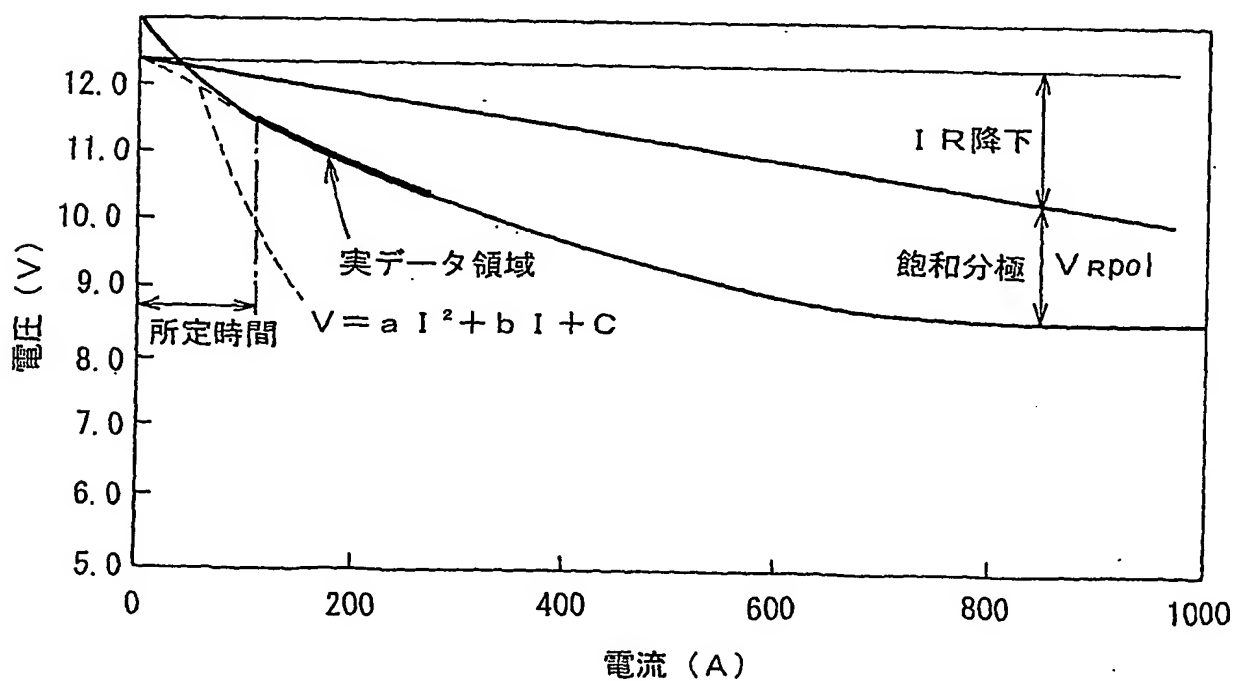


第8図

9/12

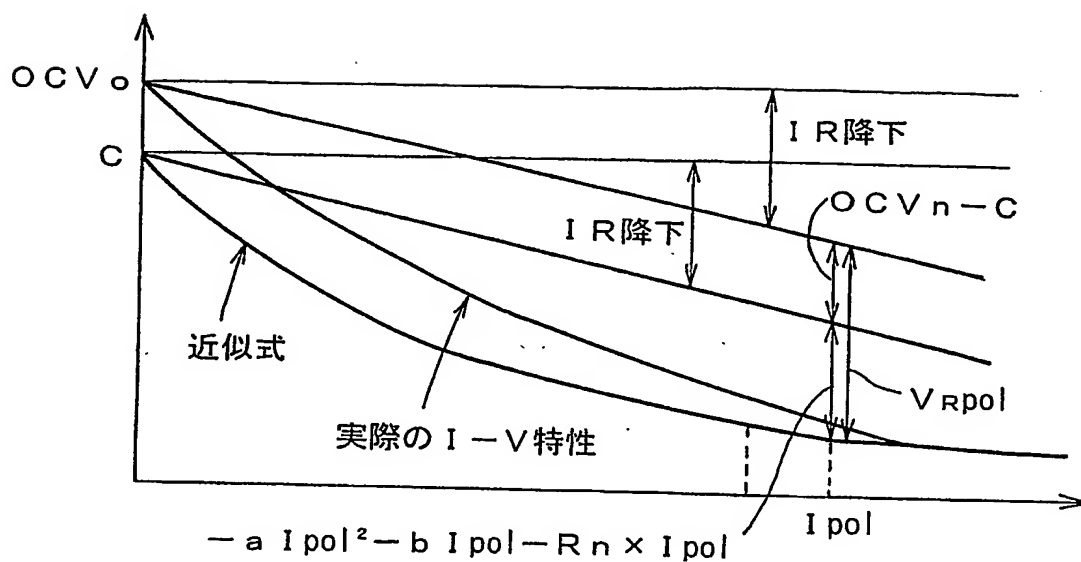


第9図

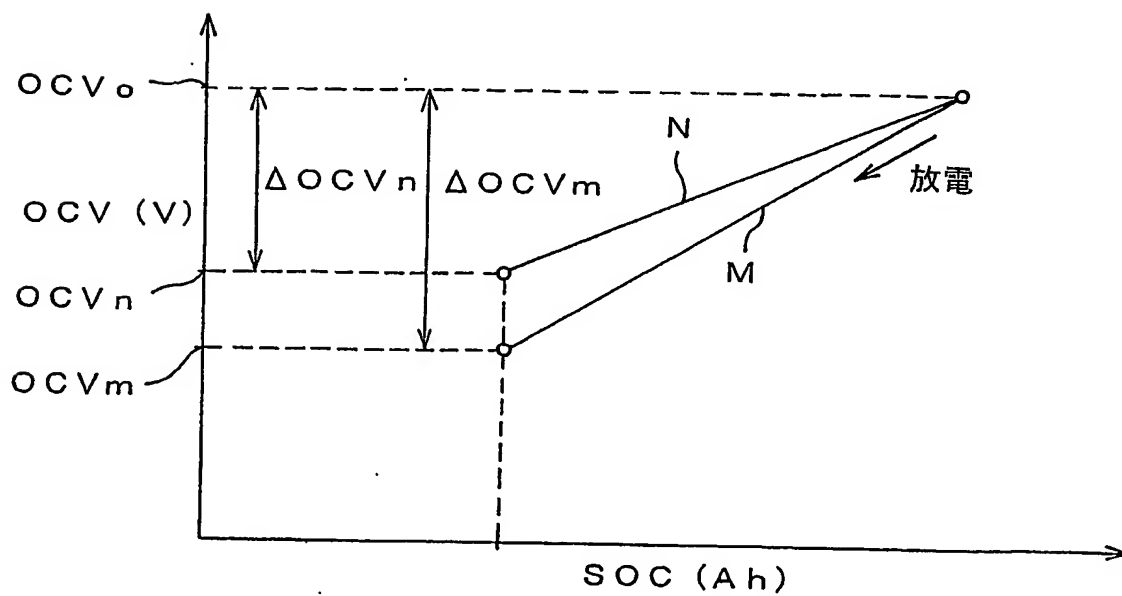


第10図

10/12

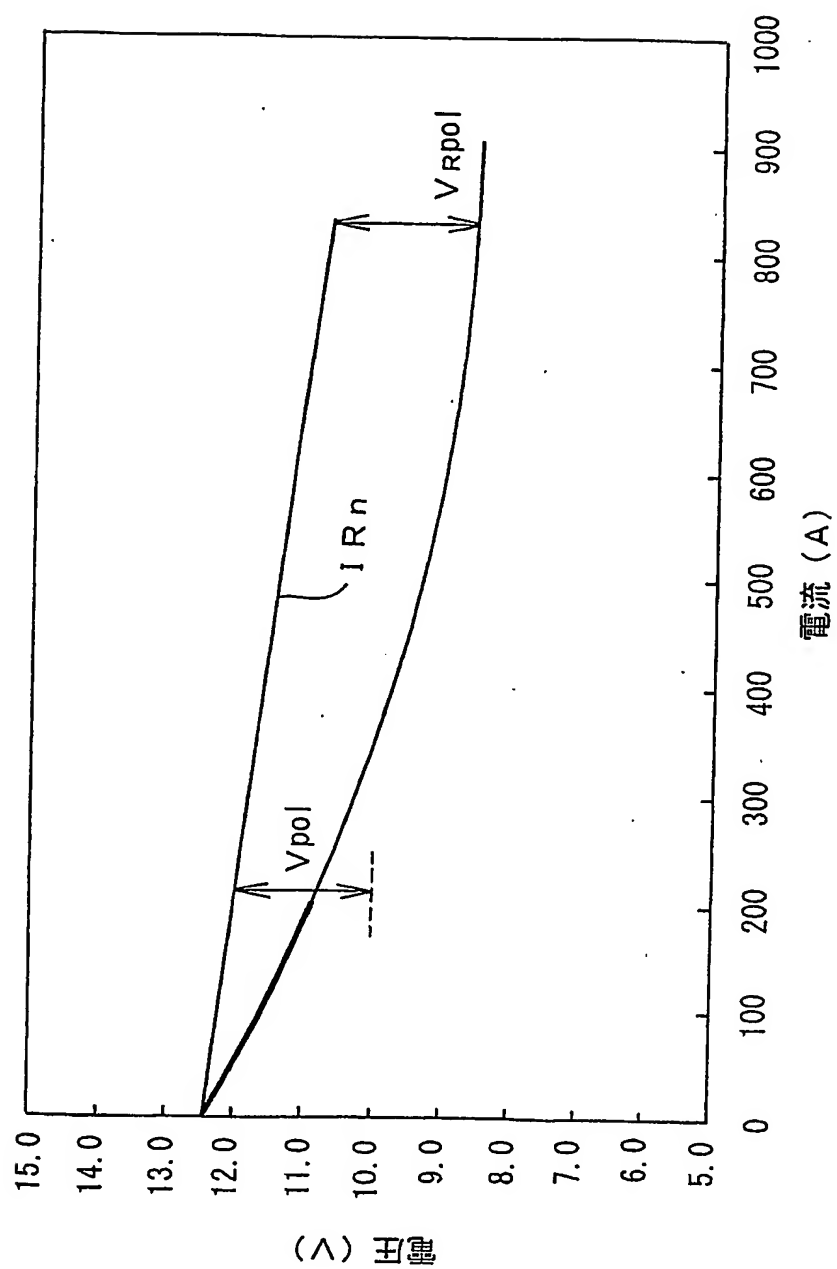


第11図



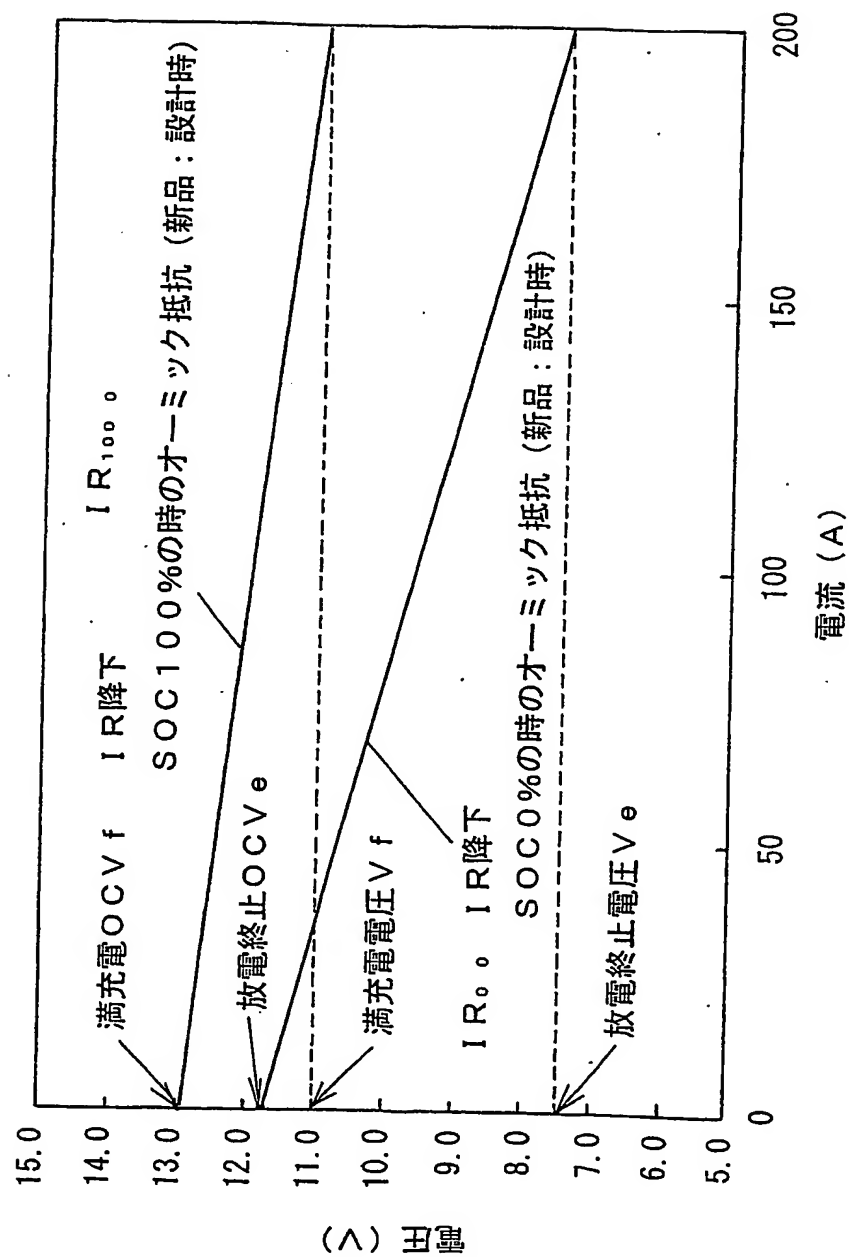
第14図

11/12



第12図

12/12



第13図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003913

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01R31/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01R31/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-68368 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 07 March, 2003 (07.03.03), Full text; all drawings (Family: none)	1, 8 2-7, 9-11
Y	JP 2000-147075 A (Denso Corp.), 26 May, 2000 (26.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	2-7, 9-11
Y	JP 2000-261901 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 September, 2000 (22.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	5, 6, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 June, 2004 (11.06.04)

Date of mailing of the international search report
06 July, 2004 (06.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003913

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-239372 A (Fujitsu Ltd.), 12 September, 1995 (12.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G01R 31/36

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G01R 31/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-68368 A (日本電信電話株式会社) 2003.03.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 8
Y		2-7, 9-11
Y	JP 2000-147075 A (株式会社デンソー) 2000.05.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-7, 9-11
Y	JP 2000-261901 A (日産自動車株式会社) 2000.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5, 6, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.06.2004

国際調査報告の発送日

06.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

武田 知晋

2S 9805

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)